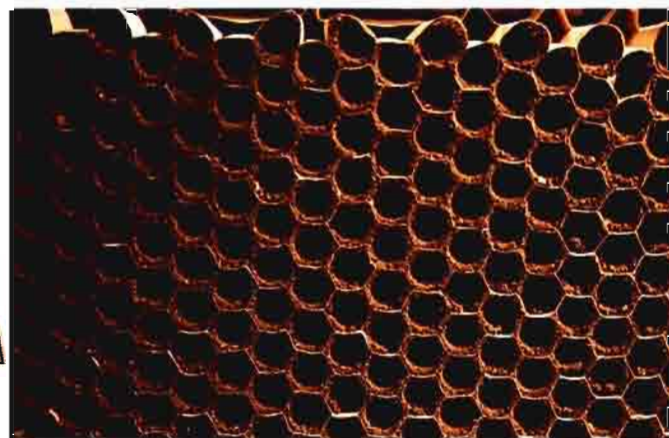




# TRASPLANTE DE REMOLACHA



Bandeja de *paper-pot* en la que se ha depositado la semilla.

## Mediante PAPER-POT

Por: Fernando Franco Jubete\*, Pedro Martín Peña\*\*,  
Juan Pablo Sombrero\*\*\*, Carlos González Ruiz\*\*\*\*

### INTRODUCCIÓN

Mediante la fotosíntesis, la remolacha azucarera transforma, a lo largo de su ciclo vegetativo, la energía luminosa captada por las hojas en los azúcares y otras sustancias que se van acumulando en la raíz. Para conseguir el máximo aprovechamiento de esta energía y optar, por tanto, a una mayor producción y rendimiento en azúcar del cultivo, es necesario:

- Partir de una buena población de plantas, homogénea, con una densidad adecuada y en perfecto estado sanitario.
- Alargar en lo posible el periodo de tiempo en que el cultivo permanece en el terreno, desde la nascencia de las plantas hasta la recolección.

El trasplante de remolacha mediante el método del *paper pot* trata de conseguir estos objetivos. La técnica se basa en obtener en invernadero plantas fuertes y sanas, realizando la siembra en unos cartuchos de papel (*paper-pot*) que permiten mecanizar el

trasplante, y cuyo material se descompone de forma natural en el campo. Fruto del alargamiento del ciclo de cultivo, tanto la producción por hectárea como la polarización de la remolacha trasplantada se ven incrementadas frente a la sembrada de forma tradicional.

El sistema presenta además otras ventajas agronómicas, como son la eliminación del riesgo de tener que resembrar ante una

mal nascencia, el ahorro en semilla, en riegos de nascencia o en los tratamientos herbicidas de presiembra y preemergencia, un mejor estado sanitario del cultivo en sus primeras fases, y la eliminación de los problemas de recolección en zonas donde las lluvias de otoño pueden dificultar el acceso a las parcelas. Con el trasplante se puede cosechar en los meses de septiembre y octubre, de manera que se tiene acceso a las primas por pronta entrega en las empre-

sas extractoras. El dejar pronto el terreno libre permite realizar las labores preparatorias del cultivo siguiente en mejores condiciones. Desde que la compañía Nitten comenzó a desarrollar esta técnica en 1957 en la isla de Hokkaido (Japón), el sistema se ha ido introduciendo progresivamente en el sector remolachero japonés de modo que en la actualidad el 99% de la remolacha azucare-

1.500 ha de remolacha trasplantada

Mejores resultados que con la siembra tradicional

ra se cultiva en dicho país mediante trasplante.

### LA EXPERIENCIA EN CASTILLA Y LEÓN

El cultivo de la remolacha azucarera es, dentro del sector alimentario, el que más riqueza genera en Castilla y León. En el marco de las nuevas técnicas de producción que se han venido desarrollando en la región

(\*) Catedrático de la Escuela Técnica Superior de Ingenierías Agrarias de Palencia

(\*\*) Profesor Titular de la Escuela Técnica Superior de Ingenierías Agrarias de Palencia

(\*\*\*) Ingeniero Técnico Agrícola del Proyecto CICYT

(\*\*\*\*) Gerente de Viveros San Telmo



## CULTIVOS



Ensayo de sustratos



Tolva para preparación del sustrato y llenado de las bandejas.

**CUADRO I:**  
Rendimiento y polarización de remolacha azucarera cultivada en Castilla y León mediante siembra tradicional y trasplante en 1997 (fuente, ACOR).

Zonas	Rendimiento (t/ha)			Polarización (%)		
	Siembra tradicional	Trasplante	Incremento (%)	Siembra tradicional	Trasplante	Incremento (%)
Mayorga	72,0	89,1	23,8	14,8	16,3	10,1
Valle del Esgueva	69,0	82,0	18,8	15,8	17,5	10,7
Peñaflor	60,2	80,5	35,9	16,0	15,6	-2,5
Medina del Campo	70,5	85,2	20,8	15,3	15,5	1,3
Arévalo	62,0	74,5	20,2	14,7	14,8	0,7
Palencia	58,5	79,3	35,5	15,8	15,2	-3,8
<b>Media</b>	<b>65,4</b>	<b>81,7</b>	<b>24,9</b>	<b>15,4</b>	<b>15,8</b>	<b>2,6</b>

con objeto de modernizar el cultivo y mantener su rentabilidad, la Sociedad Cooperativa ACOR puso en marcha un plan de investigación en 1993 para adaptar la técnica japonesa de trasplante con *paper-pot* a las condiciones de clima y suelo, y a los objetivos de producción de Castilla y León. En la última campaña se ha realizado trasplante de remolacha en todas las provincias de la región, sobre una superficie aproximada de 1.500 ha.

Tal y como puede observarse en el Cuadro I para la campaña de 1.997, los resultados obtenidos por ACOR en los diferentes campos de cultivo han venido mostrando incrementos significativos en producción y riqueza en azúcar de la remolacha trasplantada frente a la cultivada de modo tradicional. En la experiencia de estos cinco años ha quedado patente el interés del sistema en nuestras condiciones ecológicas. Sin embargo, el trasplante de remolacha sigue siendo hoy día una técnica cara, debido sobre todo a que es preciso adquirir al maquinaria y equipos auxiliares necesarios para el semillado y trasplante fuera de nues-

### Mejorar algunos aspectos para reducir costos

tras fronteras. Existen, por otro lado, una serie de aspectos del proceso productivo cuya mejora podría reducir significativamente los costos.

En el Instituto Tecnológico Agrario y Alimentario (I.T.A.G.R.A.) de la Universidad de Valladolid venimos desarrollando, en colaboración con la Sociedad Cooperativa ACOR, viveros San Telmo y Talleres Holguera S.L., un proyecto de investigación de la Comisión Interministerial de Ciencia y Tecnología que tiene como objetivo mejorar la adaptación de la técnica japonesa del trasplante (maquinaria, bandejas de *paper-pot* y sustratos de cultivo) a las condiciones ecológicas y necesidades específicas de nuestra región.

### PROCESO DE PRODUCCIÓN DE LA PLANTA

El proceso a seguir se puede dividir en cuatro fases:

1. *Preparación del sustrato.* El sustrato que se ha de utilizar es una tierra normal, de buena calidad, que se encuentre próxima a las instalaciones de llenado de las bandejas, con el único requisito de que debe ser desinfectada para dejarla libre de enfermedades que pudieran afectar a la remolacha. Esta operación se puede realizar en un horno de desinfección o por esterilización química. El sustrato puede ser tratado y abonado previamente con el fin de conseguir un plantón de remolacha más vigoroso y libre de enfermedades.

2. *Llenado de bandejas.* Se realiza en un banco semiautomático de semillado, en el cual se llevan a cabo los siguientes procesos:

*Preparación del paper-pot.* El papel, que se presenta plegado para facilitar su transporte, forma al desplegarse una bandeja tipo panal de abeja. Cada bandeja posee 1.400 cartuchos de 13 cm de altura y 1,5 cm de diámetro. La bandeja se fija a un soporte rígido que permite su posterior manipulación.

*Llenado de las bandejas.* Las bandejas se rellenan con el sustrato, convenientemente preparado con anterioridad en una tolva de llenado.

*Compactado y punzonado.* A fin de posibilitar la posterior siembra se procede mecánicamente al compactado de la tierra contenida en cada una de las bandejas, y al punzonado donde se colocará la semilla.

*Siembra.* Se coloca una semilla en cada uno de los cartuchos. Se suele utilizar una bandeja constituida por dos láminas de plástico deslizables una sobre otra, provistas de perforaciones en los puntos que deben ocupar las semillas. La manipulación de la sembradora permite primero llenar

cada uno de los orificios con una semilla, y depositarla después en los cartuchos.

**Tapado de la semilla.** La semilla se cubre con una fina capa de tierra, mantillo o vermiculita, que evite la formación de costra cuando se riegue.

**Apilamiento y transporte de las bandejas.** En la etapa final las bandejas son apiladas en una estructura metálica para facilitar su transporte al invernadero.

**3. Cuidado y tratamiento de las plantas en invernadero.** Se aconseja mantener la planta en invernadero al menos durante 40-45 días, o hasta que tenga de 4 a 6 hojas verdaderas. Durante este período la planta recibe una serie de cuidados y atenciones (riegos, tratamientos fitosanitarios, etc.) encaminados a obtener un material vegetal fuerte y sano, que pueda trasplantarse sin dificultad y con rendimiento óptimo. En los primeros días de permanencia en el invernadero se realizan riegos ligeros pero frecuentes. La técnica japonesa recomienda dar riegos con agua caliente (25-40°C) para acelerar la germinación de las semillas. Cuando la planta tiene un desarrollo suficiente se la empieza a aclimatar a las condiciones del exterior con un adecuado manejo de la ventilación del invernadero.

**4. Trasplante.** Las bandejas de cultivo deben regarse con suficiente agua el día anterior de su salida del invernadero para que puedan separarse unos cartuchos de otros sin dificultad. Posteriormente, y mediante una trasplantadora diseñada para este fin, se realiza la colocación de la planta en el terreno definitivo. Después del trasplante se debe realizar un riego de asiento para favorecer el arraigo de las plantas.



Tapado de la semilla con el sustrato de cultivo

## Uno de los principales problemas del trasplante es la elección del sustrato

podiera contener. Al producirse la desinfección, a una temperatura de 60 a 85 °C, la materia orgánica sufre una degradación importante, perdiéndose además la mayor parte de la flora microbiana. Por esta razón, es recomendable dejar transcurrir un período de al menos 6 meses antes de utilizar la tierra desinfectada en los invernaderos.

En los viveros San Telmo de Frómista (Palencia) se han realizado ensayos para determinar la aptitud del compost de residuos de café para el enriquecimiento en materia orgánica de las tierras de azucarera utilizadas en los semilleros de remolacha. Se eligió este material por ser barato y de fácil

### CUADRO II

#### Medias de porcentaje de nascencia y características de las plantas a la salida del invernadero en el ensayo de sustratos con 0, 10, 20 y 30% de compost de café

Variedad	Sustrato	Nascencia a los 20 días (%)	Longitud de la 2ª hoja (mm)	Longitud del cuello (mm)	Diámetro de la raíz (mm)
<i>Amelie</i>	testigo	10,0 a	44,0 a	10,0 ab	2,2 ab
	10%	18,5 a	32,5 b	7,0 b	1,6 b
	20%	39,0 a	30,5 b	7,0 b	1,3 b
	30%	60,0 a	46,5 a	11,0 a	3,0 a
<i>Rhapsodie</i>	testigo	10,0 b	30,0 a	9,0 b	1,0 a
	10%	11,5 b	15,5 a	10,5 ab	1,0 a
	20%	6,5 b	15,7 a	11,0 ab	1,8 a
	30%	58,0 a	25,0 a	12,0 a	1,0 a
<i>Ambrosia</i>	testigo	7,0 b	-	9,0 a	1,0 a
	10%	-	27,2 a	9,2 a	1,1 a
	20%	22,5 a	29,0 a	9,0 a	1,3 a
	30%	11,0 b	26,0 a	9,0 a	1,0 a

### EL PROBLEMA DEL SUSTRATO

Uno de los principales problemas de la técnica del trasplante con *paper-pot*, es la determinación del sustrato de cultivo a utilizar. Dados los grandes volúmenes de sustrato que requiere la producción de plantón de remolacha, se requiere un material que no encarezca excesivamente el proceso y que, a la vez, reúna unas determinadas características:

- Ser la base adecuada para el buen desarrollo de la planta.
- Favorecer la nascencia, sin que forme costras superficiales.
- Permitir una buena infiltración del agua de riego.
- Formar al final de la estancia en el invernadero un taco compacto, que tenga un comportamiento adecuado a la hora del trasplante.

La solución más económica que se ha adoptado en Castilla y León, es la utilización de la tierra recogida en las azucareras de ACOR, que traen las raíces adherida a ellas. Esta tierra sufre un proceso térmico de desinfección para eliminar las plagas, enfermedades y semillas de malas hierbas que



## CULTIVOS



Labor de siembra en los cartuchos de *paper-pot*

adquisición en la zona, al encontrarse una fábrica de café en la provincia. Este compost, rico en humus, también permite mejorar el pH del sustrato debido a su reacción ligeramente ácida.

Con objeto de evaluar el comportamiento de este sustrato en todos los procesos del trasplante, determinando el nivel de enriquecimiento óptimo, se realizó un diseño factorial en bloques al azar con dos repeticiones, donde se ensayaron mezclas con el 0, 10, 20 y 30% de compost de café, cultivando las variedades *Amelie*, *Rhapsodie* y *Ambrosia*. Durante la estancia de la planta en invernadero, se tomaron varios datos para caracterizar la nascencia en los distintos tratamientos como fue el porcentaje de plantas emergidas a los 20 días de la siembra, o el número de días transcurridos hasta la germinación de un 50% de semillas. Como medida de la calidad final de las plantas obtenidas se observó, a la salida de las bandejas del invernadero, la longitud desde el cuello a la inserción de la primera hoja, el diámetro de la raíz y la longitud de la primera y segunda hojas verdaderas.

Tanto el análisis de la varianza de los valores del porcentaje de germinación a los 20 días de la siembra como el del número de días hasta la germinación del 50% de las semillas fueron significativos al 5% para el tipo de sustrato. En el primer caso, las medias de todos los tratamientos con sustrato con algún porcentaje de café fueron significativamente mayores al testigo (cuadro II). Hemos podido comprobar que la adición de un 20-30% de compost de café

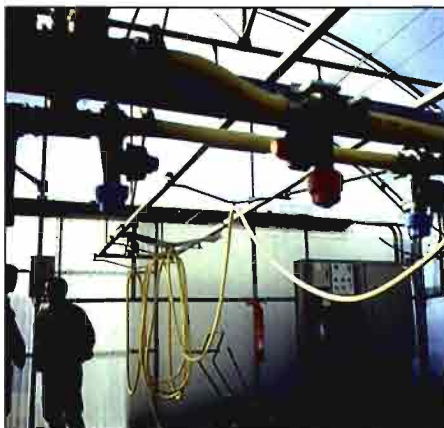
al sustrato ejerce un efecto positivo sobre la germinación de los semilleros, aunque la intensidad de este efecto puede ser distinta dependiendo de la variedad considerada.

En cuanto al desarrollo y calidad final de las plantas, los análisis de varianza de los valores de las longitudes de la hoja no fueron estadísticamente significativos para el factor sustrato. Si se detectaron, por el contrario, diferencias entre las medias de la longitud del cuello y de la primera y segunda hojas atribuibles exclusivamente a la variedad. Se detectó una mayor fortaleza de las plantas a la salida del invernadero (medida como el diámetro de la raíz) para la variedad *Amelie* (cuadro II), siendo mayores los valores obtenidos en este caso con el sustrato con 30% de compost de café.

Podemos afirmar que la incorporación al sustrato de materia orgánica en las cantidades que lo hace un 20% de compost de subproductos de café mejora, en conjunto, la germinación y la calidad final de las plantas de remolacha producidas con la técnica del *paper-pot*. La adición de este material en porcentajes mayores no mejora las anteriores características y dificulta enormemente la manipulación del sustrato y su compactación en el banco de semillado.



Máquina trasplantadora de seis surcos



Pivot de riego en el invernadero

### LABORES DE CULTIVO EN EL INVERNADERO

Durante la pasada campaña se realizó un seguimiento detallado de la producción de planta en el invernadero, con objeto de poder establecer un patrón de actividades para años venideros, reformando el cuadro propuesto por los técnicos japoneses para adaptarlo a las características propias de la región. Se instaló una estación meteorológica automática mediante la cual se obtuvieron y procesaron los datos de radiación solar recibida y temperatura exterior e interior de los invernaderos. La temperatura del sustrato fue tomada con termómetros de suelo instalados en las bandejas de cultivo.

Con estos medios hemos podido calcular la integral térmica necesaria para la nascencia de la remolacha, un dato que puede resultar de gran interés para el viverista. Tomando un cero de germinación de 5° C, la germinación completa de las semillas se produjo cuando se habían acumulado un total de 2.400 grados-hora. Para obtener las plantas en las mejores condiciones, evitando fenómenos de competencia derivados de una nascencia escalonada, es necesario proporcionar a las semillas esta dotación térmica en un periodo de tiempo lo más corto posible. Para conseguir ese fin, las técnicas de cultivo aplicadas en el invernadero (ventilación, riegos, empleo de manta agro-textil...) han de ir encaminadas a mejorar el balance térmico de la instalación.

La técnica del riego con agua caliente es efectiva si se utiliza correctamente. Se debe regar a primera hora de la mañana, cuando el suelo está más frío y su efecto positivo sobre la temperatura es apreciable. Hemos comprobado como, si el riego se produce durante el día, el incremento de la temperatura del suelo es momentáneo y de poca intensidad. Incluso puede ser perjudicial ya que la aplicación del agua caliente forma una niebla dentro del invernadero que impide a las plantas y al sustrato captar la radiación solar.

Para hacer más favorable el balance térmico de los invernaderos para producción de plantón de remolacha es preciso mejorar su estanqueidad. La ventilación debe adecuarse a las necesidades del cultivo en cada momento. En muchos casos un sistema de ventilación cenital evita los proble-

mas de desecación que puede acarrear la ventilación lateral de los invernaderos, con la consiguiente reducción en la dotación del riego.

Los técnicos japoneses recomiendan la extensión de una "manta térmica" sobre las bandejas de cultivo, de modo continuado desde la siembra a la nascencia. Esta operación puede no ser recomendable para nuestras condiciones. Si bien el sistema puede influir positivamente en la protección del cultivo de las bajas temperaturas dentro del invernadero, hemos podido constatar que la presencia continuada de un material opaco sobre las bandejas empeora durante el día el balance térmico para las plántulas.

Tampoco son adecuadas las dotaciones de riego aconsejadas por los técnicos nipones para el tipo de sustrato utilizado y para las condiciones climatológicas de la región. En próximas campañas trataremos de establecer unas recomendaciones de riego a los viveristas ajustadas a las necesidades hídricas reales de la planta, y a la permeabilidad y capacidad de retención de agua de nuestros sustratos.

### MECANIZACIÓN DEL SEMILLADO Y TRASPLANTE

La producción del banco de semillado en

el vivero (bandejas/hora/hombre) ha de adecuarse a la demanda real de planta y a la necesidad de que esta salga al campo en un período de tiempo dado. Para conseguirlo es necesario realizar un diseño apropiado del banco (preparación del sustrato, llenado de bandejas y siembra), que optimice su rendimiento.

En el seguimiento del banco de semillado de los viveros San Telmo que hemos llevado a cabo este último año, hemos totalizado una producción máxima en un día de 563 bandejas, necesitándose entre 11 y 12 operarios para su perfecto funcionamiento. Aunque el nivel de mecanización del proceso de semillado tal y como es concebido actualmente se puede considerar aceptable, sería recomendable incorporar un sistema automático de siembra de bandejas que aumentara el rendimiento.

Se ha evaluado el rendimiento en campo de cuatro máquinas trasplantadoras en varios municipios de Castilla y León, sobre 31.5 ha, con un total de 2.205.000 plantas facturadas. Los valores obtenidos oscilaron entre 0,16 y 0,22 ha/h, teniendo en cuenta desplazamientos y pérdidas de tiempo. Las pérdidas de planta en las trasplantadoras han superado el 10%, nivel previsto en un principio, llegando en algún caso al 13%.

Los rendimientos más favorables, claro está, se obtuvieron cuando las máquinas se empleaban en parcelas con mayor dimensión o cuando éstas estaban situadas más cerca del vivero. Al margen de estos dos parámetros, el diseño de las trasplantadoras ha de mejorarse para aumentar los rendimientos horarios y disminuir las pérdidas de planta. Hasta ahora las máquinas que se han ensayado son de cuatro surcos, idénticas a las que se emplean en Japón. A partir del próximo año dispondremos de un prototipo fabricado en España, que trabaja sobre seis líneas con seis operarios, y que esperamos mejore los resultados expuestos.

Buena parte de las pérdidas de planta se deben a que el taco no reúne las condiciones óptimas para su uso en la trasplantadora. En estas condiciones juegan un importante papel las propiedades físicas del sustrato (textura, porosidad, pH...), aspecto que también será objeto de estudio en próximas campañas.

El trasplante de remolacha mediante *paper-pot* es una técnica en pleno proceso de adaptación en Castilla y León. Es preciso no escatimar esfuerzos en la experimentación y mejora de este novedoso sistema, para obtener un producto de calidad a un coste que permita su asentamiento definitivo en España.

# 22 FERIA Internacional Semana Verde de Galicia



**22 Semana Verde de Galicia**  
Feria Internacional

**Feria Internacional Ganadera, de Maquinaria Agrícola, Forestal, Hortofloral y Alimentaria**  
**silleda 26 - 30 mayo 1999**



No se pierda la mayor cita de Europa con el sector agropecuario. El gran encuentro con los profesionales, fabricantes, distribuidores y todas las novedades del sector. Una Feria que cumple su vigésimosegunda edición y que ya está consolidada como punto de referencia del sector a nivel europeo.

Y que además incluye SALIMAT, la feria alimentaria por excelencia coincidente con la Semana Verde de Galicia.

Salón coincidente: **SALIMAT'99**



**Feira internacional de Galicia**



FUNDACION SEMANA VERDE DE GALICIA  
36540 SILLEDA (Pontevedra) - España  
Telf. 34. 985.58.00.50 • Fax: 34. 986.58.08.65  
<http://www.semanaverde.org>